

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Patentschrift  
①1 DE 34 19 105 C 1

②1 Aktenzeichen: P 34 19 105.4-12  
②2 Anmeldetag: 23. 5. 84  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 11. 85

⑤1 Int. Cl. 4:  
**F 16 K 31/06**  
F 15 B 13/043  
H 01 F 7/16

DE 34 19 105 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

FAG Kugelfischer Georg Schäfer KGaA, 8720  
Schweinfurt, DE

⑦2 Erfinder:

Kuschke, Hartmut; Kögel, Karl, 8520 Erlangen, DE

⑤6 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-OS 31 12 307  
DE-OS 22 55 272

Behördeneigenthum

⑤4 Verfahren zur Herstellung der Ankerlagerung eines Elektromagneten für ein Hochdruck-Hydraulikventil

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung der Lagerung eines Elektromagneten bei dem durch ein stempelartiges Werkzeug in die Wandung einer topfförmigen Vertiefung Kugellagerkugeln eingedrückt und dort so verstemmt werden, daß sie eine Gleitlagerung bilden.

DE 34 19 105 C 1

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung einer Lagerung eines Ankers in einem Elektromagneten für ein Hochdruck-Hydraulikventil mittels handelsüblicher Kugellagerkugeln, welche in Taschen des Magneten untergebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) ein in die Ankerbohrung axial einführbares stempelartiges Werkzeug, dessen Durchmesser geringfügig größer ist als eine für die Ankerlagerung verwendete, handelsübliche und den Anker axial durchsetzende Lagerungsnadel, die Kugeln radial an die Wandung einer topfförmigen Vertiefung andrückt und dabei kugelkalottenförmige Eindrücke in der radialen Wandung der topfförmigen Vertiefung mindestens eines weichmagnetischen oder metallisch weichen axialen Abschlußteiles für den Ankerraum erzeugt und
- b) gleichzeitig mit der Erzeugung der Eindrücken durch das stempelartige Werkzeug ein formschlüssiges Halterungsglied für die Kugeln in der topfförmigen Vertiefung festgestemmt oder in diese eingepreßt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines weiteren stempelartigen Werkzeugs auf mindestens einer der beim Kleben des Ankers beteiligten Fläche zur Klebeverhinderung Nuten erzeugt werden, deren Material-Aufwurf durch dieses Werkzeug seitlich dieser Nuten auf ein gefordertes Maß zurückgepreßt wird.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung der Betätigung-Ankerlagerung eines Elektromagneten gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bisher sind verschiedene Möglichkeiten einer Ankerlagerung bekannt geworden.

In der DE-OS 22 55 272 wird ein Stellventil vorgestellt, bei dem eine Kugelführung an einer aus dem Anker beidseitig herausgeführten Achse angeordnet ist.

Nachteilig an einer solchen Ausführung stellt sich dar, daß eine achsparallele Führung des Ankers von den sich addierenden Fertigungstoleranzen der Achse, der Kugeln und der Außenringe abhängig ist. Da sich diese Toleranzen nur theoretisch gegenseitig aufheben, ist in der Praxis ein Schiefstellen des Ankers unvermeidlich, was zu einem ungleichmäßigen Luftspalt und damit zu einer erhöhten Hysterese führt.

In der DE-OS 31 12 307 wurde daher vorgeschlagen, die Kugeln in am Anker ausgebildeten Taschen gleiten zu lassen, um beim Schiefstellen einen möglichst kleinen Kegelwinkel zu erhalten. Die in den Anker eingebrachte Taschen verringern hierbei allerdings die für den Eintritt der magnetischen Feldlinien zur Verfügung stehende Oberfläche, so daß hierdurch ein nicht unerheblicher Magnetkraftverlust resultiert.

Gleichzeitig ist beiden Lösungen ein fertigungstechnisch und kostenmäßig hoher Aufwand impliziert.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine reibungsarme Gleitlagerung für den Anker eines solchen Magneten zu schaffen, welche materialmäßig und fertigungs-

mäßig kostengünstiger ist und mit der der Anker eine hohe Magnetkraft aufweist, so daß auch zusätzliche Forderungen bei Proportionalmagneten wie erhöhte Ansprechempfindlichkeit, geringere Hysterese und günstigere Frequenzcharakteristik besser erfüllt werden können.

Diese Aufgabe wird durch die Kombination der durch die Kennzeichen im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Anspruch 2 gibt einen weiteren Arbeitsschritt an, durch den verhindert wird, daß die Lagerung wegen etwaiger Adhäsionskräfte zwischen Anker und dem mit ihm korrespondierenden Teil funktionsuntüchtig wird.

Die Verbilligung ist darin begründet, daß sowohl die Lagerungsnadel als auch die Lagerungskugeln als hochpräzises und gehärtetes Teil mit von Haus aus geringster und konstanter Oberflächenrauigkeit als handelsübliches Massenerzeugnis preisgünstig beziehbar sind. Die fertigungsmäßige Kostengünstigkeit liegt einmal darin begründet, daß bei der ganzen Konstruktion des Lagerbereiches nirgendwo eine hohe Oberflächengüte erzeugt werden muß, so daß auch durch die Geometrie des Trägerelementes »Kugel« bei einem Mittenversatz keine Kantenreibung und damit keine Verklebung des Ankers auftreten kann. Sie liegt zum anderen darin begründet, daß zur Herstellung der Lagerung selbst fertigungsmäßig nur ein einziger Arbeitsgang erforderlich ist. Die besonders hohe Magnetkraft ist dadurch gegeben, daß in Form von Lagerungsnadel und Kugel zwei gehärtete Lagerungspartner mit von Haus aus geringster und konstanter Oberflächenrauigkeit sowie hoher Maßhaltigkeit verwendet werden, welche darüber hinaus den Vorteil einer besonders langen Lebensdauer aufweisen. Durch die Erzeugung der mehr oder weniger tiefen Eindrücke mittels eines stempelartigen Werkzeuges ist das Lagerungsspiel sodann reproduzierbar konstant. Zur Magnetkrafthöherung tragen schließlich die adhäsionshindernden Nuten bei, welche in der Praxis eine Tiefe von nur 0,04 mm besitzen und damit einen sehr geringen Arbeitsluftspalt ermöglichen.

Dieses Maß wird durch Kalibrierung und Rückformen des Aufwurfmaterials in ebenfalls einem Arbeitsgang hergestellt. Durch all dies läßt sich auch in der Serienfertigung ein besonders kleiner, effektiver und reproduzierbarer Luftspalt einhalten.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung schematisch veranschaulichten Ausführungsbeispiels erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 einen Elektromagneten im Längsschnitt

Fig. 2 die wesentlichen Teile der eigentlichen Lagerung seines Ankers in vergrößerter Darstellung,

Fig. 3 eine Einzelheit aus Fig. 1, die Adhäsionsverhinderung betreffend,

Fig. 4 eine Einzelheit aus Fig. 3,

Fig. 5 die wesentlichen Teile der einen Ankerlagerung in auseinandergezogenem Zustand nebst einem Werkzeug,

Fig. 6 die Teile aus Fig. 5, teilweise zusammengeführt,

Fig. 7 die Teile aus Fig. 6 in einem weiteren Fertigungsstadium,

Fig. 8 die Teile aus Fig. 7 in komplett zusammengeführtem Zustand.

Gemäß Fig. 1 besitzt der Magnet außen einen weichmagnetischen Rückschlußzylinder 1. Dieser enthält in seinem Inneren die Magnetwicklung 2. Letztere ist ihrerseits gelagert in den hülsenförmigen Teilen 3, 4,

5. Hiervon besteht das Teil 3 aus weichmagnetischem Material; das Teil 4 aus unmagnetischem Material, während das Teil 5 wiederum aus weichmagnetischem Material besteht.

Die Teile 3, 4 und 5 sind zusammengeschweißt, wie an sich bekannt. Sie bilden zusammen einen zylindrischen Hohlraum 6. In dessen Enden sind stopfenförmige, metallisch weiche Abschlußteile 7 und 8 eingesetzt. Zwischen letzteren befindet sich der Magnetanker 9. Er enthält zentrisch die beiden Lagerungsnadeln 10 und 11, welche in den Magnetanker 9 eingepreßt sind. Anstelle der beiden Lagerungsnadeln 10 und 11 kann auch eine einzige, durchgehende Lagerungsnadel vorgesehen sein.

Die Stirnflächen des Ankers 9 sind mit Mitteln zur Adhäsionsverhinderung versehen, wie bei 12 und 13 angedeutet und weiter unten erläutert.

Im Abschlußteil 7 ist eine Kugel 14 gelagert. Sie arbeitet mit einem Stift 15 zusammen. Letzterer ist im Teil 7 gelagert und von Dichtungsmitteln 16 umgeben. Der Stift 15 dient zur Kraftübertragung von der Kugel 14 auf die Lagerungsnadel 10 und damit auf den Anker 9 für eine Hand-Notbetätigung. Zur Kraftübertragung von dem bezeichneten Elektromagneten auf das eigentliche Ventil, welches durch diesen Magneten betätigt werden soll, dient eine Stange 17. Diese arbeitet mit der Lagerungsnadel 11 zusammen. Das Ventil kann grundsätzlich von beliebiger Art sein. Es enthält auch die Rückstellfeder für den Anker 9. Aus Einfachheitsgründen ist jedoch dieses Ventil nicht mitgezeichnet.

Mit 18 sind Anschlußdrähte für die Magnetwicklung 2 bezeichnet. Mit 19 und 20 sind Isolierglieder für diese Anschlußdrähte bezeichnet.

Die Lagerungselemente für die Lagerungsnadeln 10 und 11 sind grundsätzlich gleich ausgebildet. Aus Einfachheitsgründen werden daher nachfolgend nur die Lagerungselemente im Abschlußteil 8 weiter erläutert. Die für die Gleitlagerung erforderlichen Kugellagerkugeln sind mit 21 bezeichnet. Sie sind untergebracht in einer axialen, topfförmigen Vertiefung 22. Zur Halterung der Kugeln 21 dienen mittig durchbohrte Scheiben als formschlüssige Halterungsscheiben 23, die durch Verstemmungen 24 im Material des Teiles 8 gehalten werden.

Von den übrigen Teilen des Elektromagneten sind die rechte Stirnseite mit 25, ein Führungskäfig mit 26 bezeichnet. Letzterer dient zum Ansetzen eines Werkzeuges an die Kugel 14 für eine Not-Hand-Betätigung des von dem Elektromagneten betätigten Ventiles.

Zur Klebeverhinderung des Ankers 9 an den mit ihm korrespondierenden Stirnflächen der Abschlußteile 7 und/oder 8 dienen spezifisch ausgebildete Radialnuten 27. (Vergl. Fig. 3). Fig. 4 zeigt einen sehr stark vergrößerten Querschnitt durch eine dieser Radialnuten 27. Mit einem einfachen Druckwerkzeug wird in einem Arbeitsgang sowohl die Nut 27 als auch der seitliche Aufwurf 28 des verdrängten Materials erzeugt. Die Erstellung eines solchen Werkzeuges gehört zum Stand der Technik und wird hier nicht weiter erläutert. Durch besondere Gestaltung dieses Werkzeuges wird nun bewirkt, daß der beim Eindringen der Nut 27 seitlich entstehende Materialaufwurf 28 gleichzeitig auf ein bestimmtes Axialmaß 29 zurückgedrückt wird. Dieses Maß ist so bemessen, daß beim Anliegen der Stirnfläche 12 an der korrespondierenden Stirnfläche des Abschlußteiles 7 ein kleinstmöglicher Luftspalt gebildet wird. Dieser beträgt beispielsweise 0,04 mm. Es ist leicht ersichtlich, daß durch einfache Ausbildung des Druckwerkzeuges jeder gewünschte Luftspalt zwischen den

Stirnseiten der Teile 7 und 12 erzeugt werden kann, ohne daß es hierzu zusätzlicher Mittel wie Antiklebescheiben und dergleichen bedarf.

Nachfolgend wird in den Fig. 5 bis 8 das Verfahren zur Herstellung der Gleitlagerung im Abschlußteil 8 erläutert. Sinngemäß gleich wird die Lagerung im Abschlußteil 7 hergestellt. Gegenüber Fig. 1 und 2 sind in den Fig. 5 bis 8 die Lagerungselemente um 90° gegen den Uhrzeigersinn verdreht.

Für die untere Seite des Abschlußteiles 8 ist ein Fußteil 30 vorgesehen. Dieses enthält zentrisch einen Stift 31. Letzterer ist im Teil 30 mittels einer Feder 32 nach unten hin verschiebbar gelagert. Oberhalb des Teiles 8 ist ein Stempel 33 angeordnet. Zum Teil 8 hin weist dieser Stempel eine konische Zone 34 auf. Ihm folgt eine zylindrische Zone 35, sodann ein Absatz 36. Zwischen der Zone 35 und dem Absatz 36 befindet sich, wie ersichtlich, ein im Durchmesser ansteigender Übergang.

Zur Herstellung der Lagerung wird zunächst das Teil 8 auf das Teil 30 aufgesetzt, wie in Fig. 6 ersichtlich. Der Stift 31 ragt dabei bis in die topfförmige Vertiefung 22 hinein. Zwischen ihm und der Wandung der topfförmigen Vertiefung 22 entsteht mithin ein Ringraum.

Sodann wird diesem Ringraum eine bestimmte und der beabsichtigten Gleitlagerung entsprechende Menge von Kugellagerkugeln 21 zugeführt. Im Anschluß hieran wird durch eine ähnliche oder die gleiche Vorrichtung die Halterungsscheibe 23 eingelegt. Die hierzu erforderliche Vorrichtung ist an sich bekannter Art; ihre Konstruktion bereitet dem einschlägigen Fachmann keine Schwierigkeiten. Es wird daher auf eine solche Vorrichtung hier nicht näher eingegangen. Abschließend wird der Stempel 33 axial nach unten in die topfförmige Vertiefung 22 hineingeführt. Und zwar soweit, wie in Fig. 8 ersichtlich. Zunächst kommt dabei die konische Zone 34 des Stempels 33 in Berührung mit den Kugellagerkugeln 21. Dadurch werden dieselben nach außen weggedrückt. Das Maß dieser radialen Wegdrückung ist bestimmt durch den Durchmesser der zylindrischen Zone 35 des Stempels 33. Weil das Teil 8 aus weichmagnetischem Material besteht, können die harten Kugeln in jenem Material kleine, mehr oder weniger tiefe, kalottenförmige Eindrücke oder Taschen 37 (Fig. 2) hervorrufen. Diese sind hernach in der Öffnung 22 deutlich sichtbar. Das Maß des in dem Kugelkranz verbleibenden Innendurchmessers wird, wie offensichtlich, durch den Durchmesser der zylindrischen Zone 35 des Stempels 33 bestimmt.

Dieses Maß entspricht im wesentlichen dem Durchmesser der Lagerungsnadeln 10 bzw. 11. Es wird in der Praxis so gewählt, daß ein kleines, gewünschtes Radialspiel bei der Lagerung entsteht.

Beim weiteren Absenken des Stempels 33 wird sodann durch den Absatz 36 eine ringförmige Verstemmung 24 gebildet. Gleichzeitig wird durch den Übergang zwischen den Zonen 35 und 36 des Stempels 33 die Halterungsscheibe 23 so verformt, daß die in Figur 2 besonders deutlich sichtbare Gestalt dieser Scheibe resultiert. Gleichzeitig können dabei die Kugeln 21 auch in axialer Richtung in das Material des Teiles 8 gedrückt werden, so daß kleine kalottenförmige Vertiefungen oder Taschen 38 entstehen. Anstelle der Halterungsscheibe 23 kann auch ein hülsenförmiges, vorgeformtes Teil verwendet werden, welches auch in die topfförmige Vertiefung 22 eingepreßt werden kann. Der Zusammenbau des kompletten Magneten geschieht wie folgt: Zunächst wird das Abschlußteil 7 in das Rohr 6 eingeführt und dort verpreßt und/oder verstemmt.

Sodann wird der vorgefertigte Anker eingeschoben, bis die Lagerungsnadel 10 im linken Gleitlager zu liegen kommt. Schließlich wird das Abschlußteil 8 von rechts herangeführt und mit der Stirnfläche 25 verpreßt. Dabei schieben sich die Lagerungskugeln 21 auf die Lagerungsnadel 11.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

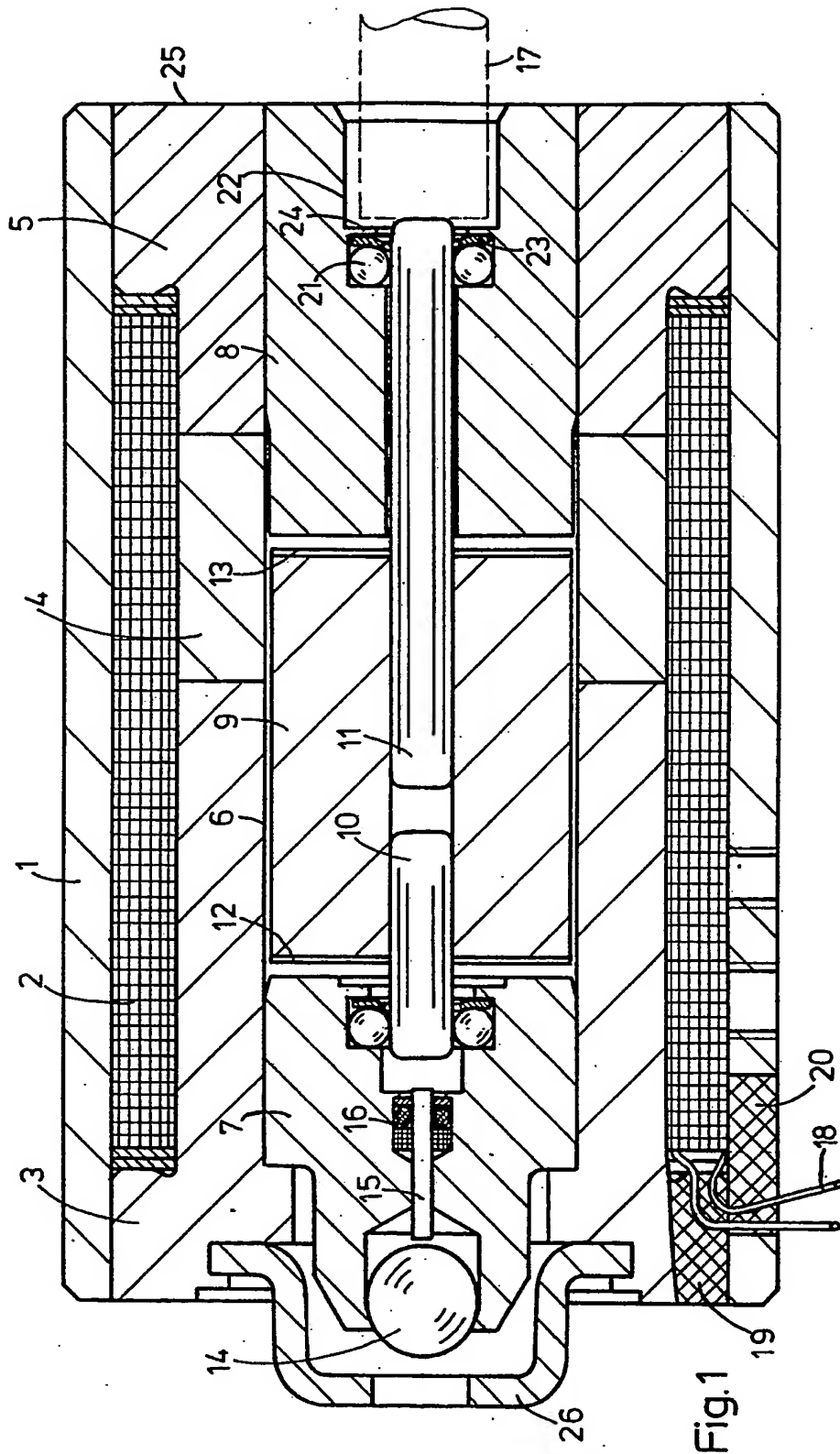
45

50

55

60

65



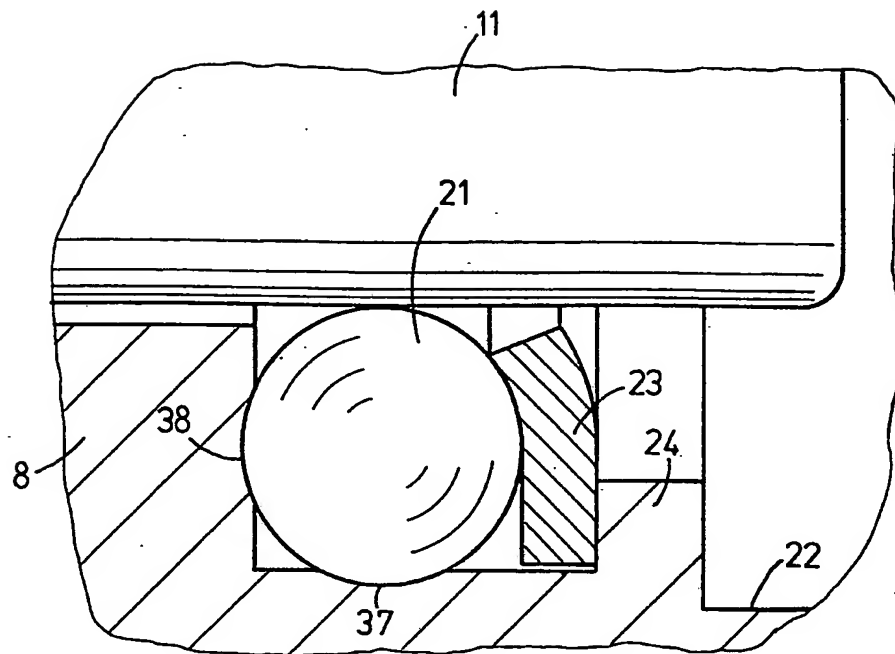


Fig. 2

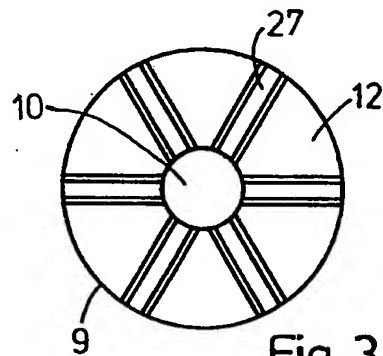


Fig. 3

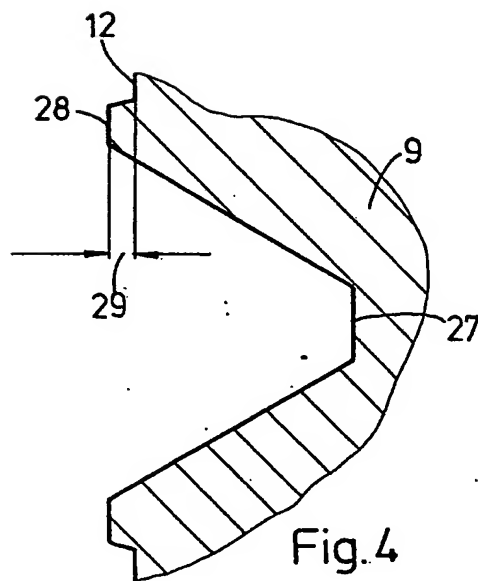


Fig. 4

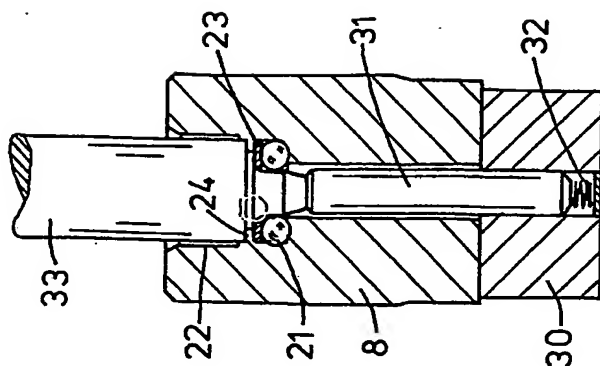


Fig. 8

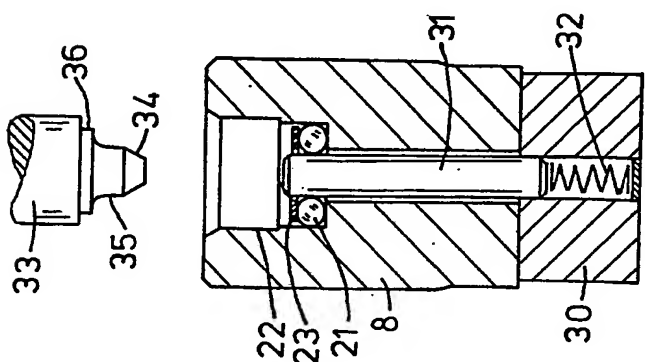


Fig. 7

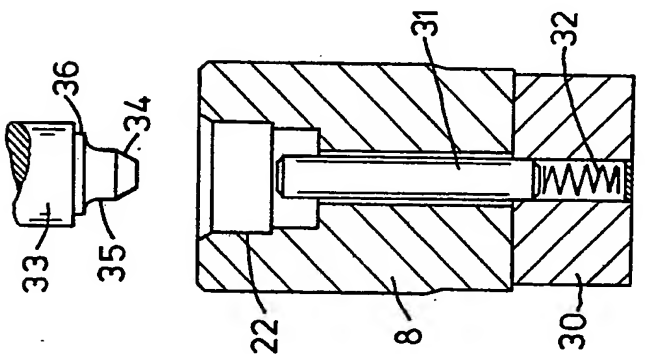


Fig. 6

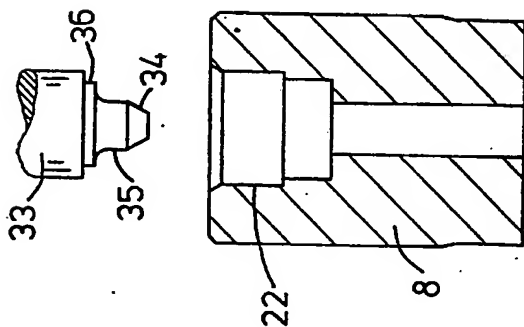


Fig. 5